

IAS (2)

ELECTRIC FIELD RELAXING APPARATUS AND ELECTRIC APPARATUS

Patent Number: JP11262120
Publication date: 1999-09-24
Inventor(s): YOSHIDA TETSUO;; HORIKIRI KAZUHITO
Applicant(s): TOSHIBA CORP
Requested Patent: ☐ JP11262120
Application Number: JP19980061190 19980312
Priority Number(s):
IPC Classification: H02B13/02
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress an electric field strength and to reduce the size by changing the permittivity of an insulating layer, so as to decrease successively from one electrode side to the other electrode side.
SOLUTION: The permittivity of the whole insulating layer is changed in stages so as to decrease from one-end electrode 15 side to the other-end electrode 15 side. Incidentally, the movable contact of a disconnecter 4 is operated, by linking an operating board 11 to the end electrode 15 with a linking pin 12, and converting the rotating motion of the operating board 11 into horizontal motion by the linking pin 12. Potential gradation in the insulating layer becomes smaller, and an electric field strength around the end electrode 15 lowers, by changing the permittivity of the whole insulating layer in stages, so as to decrease from the one -end electrode 15 side to the other-end electrode 15 side, in an electric field relaxing apparatus. Especially on the surface of the end electrode 15, its electric field strength lowers by the influence of the insulating layer. Consequently, it becomes possible to reduce the size of the electric field relaxing apparatus itself, by suppressing the electric field strength of the end electrode 15, and the electric field strength of the insulating layer.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-262120

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月24日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 2 B 13/02

識別記号

F I

H 0 2 B 13/04

Z

審査請求 未請求 請求項の数15 ○ L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-61190

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月12日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 吉田 哲雄

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝
府中工場内

(72) 発明者 堀切 和仁

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝
府中工場内

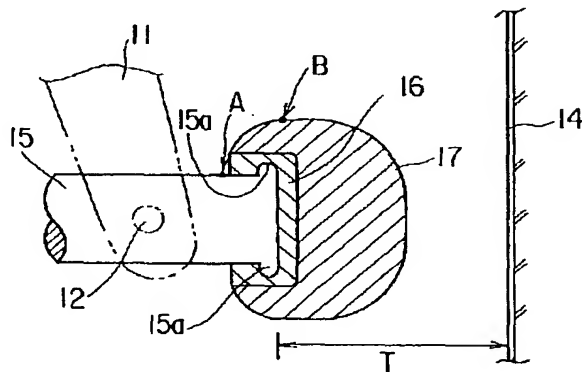
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 電界緩和装置および電気機器

(57) 【要約】

【課題】 電界強度を抑制して縮小化を図ること。

【解決手段】 電極の端部15に、断面が半円状の突出部15aを円周方向に設け、当該突出部15aおよび電極の端部15を覆うように、所定の大きさの誘電率を有する絶縁材料からなる第1の絶縁層16を設け、かつ第1の絶縁層16の外周に、絶縁材料よりも誘電率の小さい絶縁材料からなる第2の絶縁層17を設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電極の端部に設けられ、当該電極の電界強度を抑制する絶縁層からなる電界緩和装置において、前記絶縁層の誘電率を、前記電極側から反電極側にかけて順次小さくなるように変化させて成ることを特徴とする電界緩和装置。

【請求項2】 前記請求項1に記載の電界緩和装置において、

前記絶縁層をエポキシ樹脂で形成し、かつ当該エポキシ樹脂に混合する充填材の配合量を、前記電極側から反電極側にかけて少なくなるように変化させることにより、前記絶縁層の誘電率を連続的にまたは段階的に変化させたことを特徴とする電界緩和装置。

【請求項3】 電極の端部に設けられ、当該電極の電界強度を抑制する電界緩和装置において、前記電極の端部に、断面が半円状の突出部を円周方向に設け、

前記突出部および前記電極の端部を覆うように、所定の大きさの誘電率を有する絶縁材料からなる第1の絶縁層を設け、

かつ前記第1の絶縁層の外周に、前記絶縁材料よりも誘電率の小さい絶縁材料からなる第2の絶縁層を設けて成ることを特徴とする電界緩和装置。

【請求項4】 前記請求項3に記載の電界緩和装置において、

前記第1の絶縁層の絶縁厚さよりも、前記第2の絶縁層の絶縁厚さを大きくしたことを特徴とする電界緩和装置。

【請求項5】 前記請求項4に記載の電界緩和装置において、

前記電極の絶縁距離が100mm以上である場合に、前記第1の絶縁層の絶縁厚さを5mmとし、前記第2の絶縁層の絶縁厚さを40mmとしたことを特徴とする電界緩和装置。

【請求項6】 前記請求項3乃至請求項5のいずれか1項に記載の電界緩和装置において、

前記第1および第2の各絶縁層をエポキシ樹脂で形成し、

かつ前記第1の絶縁層を形成するエポキシ樹脂に混合する充填材の配合量よりも、前記第2の絶縁層を形成するエポキシ樹脂に混合する充填材の配合量を少なくしたことを特徴とする電界緩和装置。

【請求項7】 前記請求項3乃至請求項5のいずれか1項に記載の電界緩和装置において、

前記第1の絶縁層をエポキシ樹脂で形成し、かつ前記第2の絶縁層をテフロン樹脂または架橋ポリエチレンからなる絶縁材料で形成したことを特徴とする電界緩和装置。

【請求項8】 前記請求項3乃至請求項7のいずれか1項に記載の電界緩和装置において、

前記第1の絶縁層または第2の絶縁層のいずれか一方に雄ネジを形成すると共に、他方に前記雄ネジと螺合する雌ネジを形成したことを特徴とする電界緩和装置。

【請求項9】 前記請求項3乃至請求項7のいずれか1項に記載の電界緩和装置において、

前記第1の絶縁層または第2の絶縁層のいずれか一方に雄ネジを形成すると共に、他方に前記雄ネジと螺合する雌ネジを形成しかつ前記第1の絶縁層と第2の絶縁層との界面に、シリコングリス層を設けたことを特徴とする電界緩和装置。

【請求項10】 端部に電界緩和層となる絶縁層を設けた第1の導体を、SF₆ガス等の絶縁ガスが封入された密閉容器の内部に収納して構成される電気機器において、

前記第1の導体の軸方向に対してほぼ直角に段付きの開口穴を設け、

前記第1の導体の開口穴に、当該開口穴に見合った段部が形成された第2の導体を接続して成ることを特徴とする電気機器。

【請求項11】 端部に電界緩和層となる絶縁層を設けた第1の導体を、SF₆ガス等の絶縁ガスが封入された密閉容器の内部に収納して構成される電気機器において、

前記第1の導体の軸方向に対してほぼ直角に段付きの開口穴を設け、前記第1の導体の開口穴に、ブッシングの中心導体（第2の導体）を前記開口穴の段差部まで貫通させて成ることを特徴とする電気機器。

【請求項12】 前記請求項11に記載の電気機器において、

前記ブッシングがガス—気中ブッシングであり、ガス側の中心導体（第2の導体）に導体接続部を設けたことを特徴とする電気機器。

【請求項13】 前記請求項11または請求項12に記載の電気機器において、

前記第1の導体に、他方向からの第3の導体を接続して成ることを特徴とする電気機器。

【請求項14】 前記請求項10乃至請求項13のいずれか1項に記載の電気機器において、

前記第1の導体の端部に設けられる絶縁層の誘電率を、前記第1の導体側から反第1の導体側にかけて順次小さくなるように変化させて成ることを特徴とする電界緩和装置。

【請求項15】 操作板の回転運動を、連結ピンにより水平運動に変える可動接触子を有する断路器を、SF₆ガス等の絶縁ガスが封入された密閉容器の内部に収納して構成される電気機器において、

前記断路器の可動接触子の操作板側の電極端部に、所定の大きさの誘電率を有する絶縁材料からなる第1の絶縁層を設け、

かつ前記第1の絶縁層の外周に、前記絶縁材料よりも誘

電率の小さい絶縁材料からなる第2の絶縁層を設けて成ることを特徴とする電気機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えばガス絶縁スイッチギヤ等の電気機器に用いられる主回路導体等の電極の電界強度を抑制する電界緩和装置に係り、特に縮小化を図った電界緩和装置に関するものである。また、本発明は、例えばガス絶縁スイッチギヤ等の電気機器に係り、特に収納機器を合理的に配置して縮小化を図った電気機器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図7は、代表的な電気機器であるガス絶縁スイッチギヤの構成例を示す概要図である。図7において、SF₆ガス等の絶縁ガスをほぼ大気圧で封入した密閉容器1の内部には、遮断器2、接続導体3、断路器4、連結導体5、ケーブルヘッド6、がいし7、母線8等の収納機器が収納されて、所要の配線がなされている。

【0003】ここで、絶縁ガスは、電気的な負性気体であり、破壊電圧が電界強度に依存するため、各部の電極は電界緩和が図られている。すなわち、具体的には、電極の曲率半径を大きくして、電界集中部をなくする構造が採られている。

【0004】また、曲率半径を抑える電界緩和としては、例えば図8に要部断面図を示すような複合絶縁構造がある。この構造は、例えば“特開平2-46111号公報”に開示されているように、断路器4の可動接触子の端部電極9に、エポキシ樹脂をモールドした絶縁層10を設けた構成である。

【0005】一方、操作板11は、断路器4の可動接触子の端部電極9に連結ピン12で連結されており、図示していない操作機構により回転運動を直線運動に変換している。

【0006】ここで、端部電極9には、湾曲部9aを設けて、絶縁層10と接する部分（以下、トリプルジャンクション部と称する）13の電界強度を抑制している。すなわち、端部電極9と絶縁層10と絶縁ガスが接するトリプルジャンクション部13は、電界強度が上昇することから、端部電極9側に電界を抑制する構造の湾曲部9a等が設けられている。

【0007】また、対地間となる接地板14との間は、絶縁層10による電界緩和や電子放出の抑制等の作用により、耐電圧が向上する。これにより、絶縁層10は、小さい曲率半径で高い耐電圧特性を有し、縮小化が図られている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような構成において、絶縁層10は、エポキシ樹脂でモールドされており、誘電率 ϵ が $\epsilon=5$ 前後である。そして、こ

のように誘電率が絶縁ガスの誘電率（約1）よりも大きいと、トリプルジャンクション部13の電界を抑制するため、湾曲部9aの外径を大きくしなければならない。

【0009】すなわち、トリプルジャンクション部13を湾曲部9aで覆うように配置すれば、電界強度を大幅に抑制することができる。しかしながら、これにより、湾曲部9aを含めた端部電極9の直径方向が大きくなってしまうことになる。

【0010】また、対地間方向においては、ガスギャップと絶縁層10との電位分担で電界強度が決定される。このため、絶縁層10の誘電率が大きいと、ガスギャップの電位分担が大きくなり、それに伴って電界強度が大きくなる。

【0011】従って、ガスギャップと絶縁層10の絶縁厚さを最適にして電位分担を最小値にするものの、最大電界がガスギャップに位置し、耐電圧が決定されている。このように、絶縁層10の誘電率は、絶縁ガスの誘電率より大きいと、電界緩和をするための大きさには限界があり、最近の趨勢である縮小化に逆行するものとなっている。

【0012】本発明の目的は、電界強度を抑制して縮小化を図ることが可能な電界緩和装置を提供することにある。さらに、本発明の目的は、収納機器を合理的に配置して縮小化を図ることが可能な電気機器を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、請求項1の発明では、電極の端部に設けられ、当該電極の電界強度を抑制する絶縁層からなる電界緩和装置において、絶縁層の誘電率を、電極側から反電極側にかけて順次小さくなるように変化させている。

【0014】ここで、特に上記絶縁層は、例えば請求項2に記載したように、エポキシ樹脂で形成し、かつ当該エポキシ樹脂に混合する充填材の配合量を、電極側から反電極側にかけて少なくなるように変化させることにより、絶縁層の誘電率を連続的にまたは段階的に変化させることが好ましい。

【0015】従って、請求項1および請求項2の発明の電界緩和装置においては、絶縁層の誘電率を、電極側から反電極側にかけて順次小さくなるように変化させることにより、絶縁層内の電位分担が小さくなり、電極廻りの電界強度が低下する。特に、電極と絶縁層とが接する部分の電極表面では、絶縁層の影響により電界強度が低下する。

【0016】これにより、電極の電界強度、および絶縁層の電界強度を抑制して、電界緩和装置自体の縮小化を図ることができる。一方、請求項3の発明では、電極の端部に設けられ、当該電極の電界強度を抑制する電界緩和装置において、電極の端部に、断面が半円状の突出部を円周方向に設け、突出部および電極の端部を覆うよう

に、所定の大きさの誘電率を有する絶縁材料からなる第1の絶縁層を設け、かつ第1の絶縁層の外周に、絶縁材料よりも誘電率の小さい絶縁材料からなる第2の絶縁層を設けている。

【0017】ここで、例えば請求項4に記載したように、上記第1の絶縁層の絶縁厚さよりも、第2の絶縁層の絶縁厚さを大きくすることが好ましい。また、例えば請求項5に記載したように、電極の絶縁距離が100mm以上である場合に、上記第1の絶縁層の絶縁厚さを5mmとし、第2の絶縁層の絶縁厚さを40mmとすることが好ましい。

【0018】従って、請求項3乃至請求項5の発明の電界緩和装置においては、電極の端部に、誘電率の大きい第1の絶縁層を電極側に設け、第1の絶縁層の外周に、第1の絶縁層よりも誘電率の小さい第2の絶縁層を設けることにより、電極の電界強度および絶縁層の電界強度を抑制して、電界緩和装置自体の縮小化を図ることができる。

【0019】また、第2の絶縁層は、第1の絶縁層よりも絶縁厚さを大きくしかつ誘電率を小さくすることにより、電位分担が大きくなる。これに伴って、ガスギャップの電位分担が小さくなり、結果的に破壊電圧を左右しているガスギャップの電界強度が低下する。

【0020】これにより、電界緩和装置自体の耐電圧特性が向上し、電界緩和装置自体のより一層の縮小化を図ることができる。また、請求項6の発明では、上記請求項3乃至請求項5のいずれか1項の発明の電界緩和装置において、第1および第2の各絶縁層をエポキシ樹脂で形成し、かつ第1の絶縁層を形成するエポキシ樹脂に混合する充填材の配合量よりも、第2の絶縁層を形成するエポキシ樹脂に混合する充填材の配合量を少なくしている。

【0021】従って、請求項6の発明の電界緩和装置においては、第1の絶縁層を形成するエポキシ樹脂に混合する充填材の配合量よりも、第2の絶縁層を形成するエポキシ樹脂に混合する充填材の配合量を少なくすることにより、電極の電界強度および絶縁層の電界強度を抑制して、電界緩和装置自体の縮小化を図ることができる。

【0022】さらに、請求項7の発明では、上記請求項3乃至請求項5のいずれか1項の発明の電界緩和装置において、第1の絶縁層をエポキシ樹脂で形成し、かつ第2の絶縁層をテフロン樹脂または架橋ポリエチレンからなる絶縁材料で形成している。

【0023】従って、請求項7の発明の電界緩和装置においては、第1の絶縁層を誘電率の大きいエポキシ樹脂で形成し、第2の絶縁層を第1の絶縁層よりも誘電率の小さいテフロン樹脂または架橋ポリエチレンで形成することにより、電極の電界強度および絶縁層の電界強度を抑制して、電界緩和装置自体の縮小化を図ることができる。

【0024】また、請求項8の発明では、上記請求項3乃至請求項7のいずれか1項の発明の電界緩和装置において、第1の絶縁層または第2の絶縁層のいずれか一方に雄ネジを形成すると共に、他方に雄ネジと螺合する雌ネジを形成している。

【0025】従って、請求項8の発明の電界緩和装置においては、第1の絶縁層または第2の絶縁層のいずれか一方に雄ネジを形成し、他方に雄ネジと螺合する雌ネジを形成することにより、第1の絶縁層と接着性の劣る絶縁材料からなる第2の絶縁層でも、容易に取付けて固定することが可能となるため、安定した機械的な特性を得ることができる。

【0026】さらに、請求項9の発明では、上記請求項3乃至請求項7のいずれか1項の発明の電界緩和装置において、第1の絶縁層または第2の絶縁層のいずれか一方に雄ネジを形成すると共に、他方に雄ネジと螺合する雌ネジを形成し、かつ第1の絶縁層と第2の絶縁層との界面に、シリコングリス層を設けている。

【0027】従って、請求項9の発明の電界緩和装置においては、第1の絶縁層または第2の絶縁層のいずれか一方に雄ネジを形成し、他方に雄ネジと螺合する雌ネジを形成し、さらに第1の絶縁層と第2の絶縁層との界面にシリコングリス層を設けることにより、上記請求項8の作用に加えて、第1の絶縁層と第2の絶縁層との界面の隙間がシリコングリスの薄膜で充填されるため、安定した絶縁特性を得ることができる。

【0028】一方、請求項10の発明では、端部に電界緩和層となる絶縁層を設けた第1の導体を、SF₆ガス等の絶縁ガスが封入された密閉容器の内部に収納して構成される電気機器において、第1の導体の軸方向に対してほぼ直角に導体接続のための段付きの開口穴を設け、第1の導体の開口穴に、当該開口穴に見合った段部が形成された第2の導体を接続している。

【0029】従って、請求項10の発明の電気機器においては、絶縁層を設けた第1の導体に、導体接続のための段付きの開口穴を軸方向に対してほぼ直角に設け、当該開口穴に第2の導体を接続することにより、第2の導体をほぼ直角に配置することが可能となるため、導体を合理的に配置して電気機器全体形状の縮小化を図ることができる。

【0030】また、請求項11の発明では、端部に電界緩和層となる絶縁層を設けた第1の導体を、SF₆ガス等の絶縁ガスが封入された密閉容器の内部に収納して構成される電気機器において、第1の導体の軸方向に対してほぼ直角に導体接続のための段付きの開口穴を設け、第1の導体の開口穴に、ブッシングの中心導体（第2の導体）を開口穴の段差部まで貫通させている。

【0031】ここで、例えば請求項12に記載したように、上記ブッシングをガス—気中ブッシングとし、ガス側の中心導体（第2の導体）に導体接続部を設けること

が好ましい。

【0032】また、例えば請求項13に記載したように、上記第1の導体に、他方向からの第3の導体を接続することが好ましい。従って、請求項11乃至請求項13の発明の電気機器においては、絶縁層を設けた第1の導体に、導体接続のための段付きの開口穴を軸方向に対してほぼ直角に設け、当該開口穴にブッシングの中心導体（第2の導体）を貫通させることにより、ブッシング端部から最短の曲げ半径でほぼ直角に導体を配置することが可能となるため、導体を合理的に配置して電気機器全体形状の縮小化を図ることができる。

【0033】さらに、請求項14の発明では、上記請求項10乃至請求項13のいずれか1項の発明の電気機器において、第1の導体の端部に設けられる絶縁層の誘電率を、第1の導体側から反第1の導体側に掛けて順次小さくなるように変化させている。

【0034】従って、請求項14の発明の電気機器においては、第1の導体の端部に設けられる絶縁層の誘電率を、第1の導体側から反第1の導体側に掛けて順次小さくなるように変化させることにより、絶縁層内の電位分担が小さくなり、第1の導体廻りの電界強度が低下する。特に、第1の導体と絶縁層とが接する部分の第1の導体表面では、絶縁層の影響により電界強度が低下する。

【0035】これにより、第1の導体の電界強度、および絶縁層の電界強度を抑制して、電気機器全体形状のより一層の縮小化を図ることができる。さらにまた、請求項15の発明では、操作板の回転運動を、連結ピンにより水平運動に変える可動接触子を有する断路器を、SF₆ガス等の絶縁ガスが封入された密閉容器の内部に収納して構成される電気機器において、断路器の可動接触子の操作板側の電極端部に、所定の大きさの誘電率を有する絶縁材料からなる第1の絶縁層を設け、かつ第1の絶縁層の外周に、絶縁材料よりも誘電率の小さい絶縁材料からなる第2の絶縁層を設けている。

【0036】従って、請求項15の発明の電気機器においては、断路器の可動接触子の操作板側の電極端部に、誘電率の大きい第1の絶縁層を電極側に設け、第1の絶縁層の外周に、第1の絶縁層よりも誘電率の小さい第2の絶縁層を設けることにより、電極の電界強度および絶縁層の電界強度を抑制して、電界緩和装置自体の縮小化を図ることができる。

【0037】

【発明の実施の形態】本発明は、電極の端部に設けられ、当該電極の電界強度を抑制する絶縁層からなる電界緩和装置において、絶縁層の誘電率を、電極側から反電極側にかけて順次小さくなるように変化させるものである。

【0038】以下、上記のような考え方に基づく本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明す

る。

（第1の実施の形態）図1は、本実施の形態による主回路導体端部の電界緩和装置の構成例を示す要部断面図であり、図8と同一部分には同一符号を付してその説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

【0039】すなわち、本実施の形態の電界緩和装置は、図1に示すように、端部電極15に、断面が半円状の突出部であるリング部15aを円周方向に設け、このリング部15aおよび端部電極15を覆うように、第1の絶縁層16を設け、さらにこの第1の絶縁層16の外周に、第2の絶縁層17を設けた構成としている。

【0040】ここで、第1の絶縁層16は、誘電率の大きい絶縁材料からなるものであり、例えばエポキシ樹脂でモールドして形成している。また、この第1の絶縁層16は、端部電極15の絶縁距離Tが100mm以上である場合に、例えば約5mmの絶縁厚さで形成している。

【0041】第2の絶縁層17は、第1の絶縁層16の絶縁材料よりも誘電率の小さい絶縁材料からなるものであり、例えば充填材を多く混合させて誘電率を抑えた、エポキシ樹脂やテフロン樹脂、または架橋ポリエチレン等で形成している。

【0042】また、この第2の絶縁層17は、端部電極15の絶縁距離Tが100mm以上である場合に、第1の絶縁層16の絶縁厚さよりも大きい、ガスギャップ長のはほぼ半分位の約40mmの絶縁厚さで形成している。

【0043】この場合、エポキシ樹脂においては、充填材として例えばシリカ粉末を多く充填することにより、誘電率の大きさを4以下にすることができ、また充填材として例えばミルドファイバーを充填することにより、誘電率の大きさを5以上にすることができる。

【0044】以上により、絶縁層全体の誘電率を、端部電極15側から反端部電極15側にかけて少なくなるように、段階的に変化させている。なお、操作板11を連結ピン12により端部電極15と連結して、操作板11の回転運動を連結ピン12により水平運動に変えることにより、前記断路器4の可動接触子の操作が行なわれるようになっている。

【0045】次に、以上のように構成した本実施の形態の電界緩和装置においては、絶縁層全体の誘電率を、端部電極15側から反端部電極15側にかけて小さくなるように、段階的に変化させていることにより、絶縁層内の電位分担が小さくなり、端部電極15廻りの電界強度が低下する。

【0046】特に、端部電極15と絶縁層とが接する部分の端部電極15表面では、絶縁層の影響により電界強度が低下する。これにより、端部電極15の電界強度、および絶縁層の電界強度を抑制して、電界緩和装置自体の縮小化を図ることができる。

【0047】また、第2の絶縁層17は、第1の絶縁層

16よりも絶縁厚さを大きくしかつ誘電率を小さくしていることにより、電位分担が大きくなる。これに伴って、ガスギャップの電位分担が小さくなり、結果的に破壊電圧を左右しているガスギャップの電界強度が低下する。

【0048】これにより、電界緩和装置自体の耐電圧特性が向上し、電界緩和装置自体のより一層の縮小化を図ることができる。図2は、第1の絶縁層16の絶縁厚さを変化させた時の電界緩和装置の電界強度分布を示す特性図である。

【0049】図2において、曲線 E_1 （実線）は、トリプルジャンクション部の端部電極15側A点の電界強度であり、また曲線 E_2 （点線）は、外側の第2の絶縁層17の表面のうち、内側の第1の絶縁層16の影響を受けて最大電界強度が変化する側部B点の電界強度である。

【0050】また、ここで用いた条件は、第1の絶縁層16の誘電率の大きさが5.9であり、第2の絶縁層17の誘電率の大きさが2.7で絶縁厚さを45mmで一定としている。

【0051】この図2に示す特性曲線より、絶縁厚さが約5mmの点で、端部電極15表面の電界強度と第2の絶縁層17表面の電界強度とが交差しており、電極構成からみて最も電界強度が抑制された条件であることがわかる。

【0052】すなわち、かかる条件において、電界緩和装置の耐電圧特性が最も向上し、電極の全体形状の縮小化が図れることになる。

（第2の実施の形態）図3は、本実施の形態（絶縁層を別々に製作して取り付ける場合）による主回路導体端部の電界緩和装置の一構成例を示す要部断面図である。

【0053】すなわち、本実施の形態の電界緩和装置は、図3に示すように、端部電極18に、断面が半円状の突出部であるリング部18aを円周方向に設け、このリング部18aおよび端部電極18を覆うように、誘電率の大きい絶縁材料からなる第1の絶縁層19をモールドして設け、さらにこの第1の絶縁層19の外周に、第1の絶縁層19の絶縁材料よりも誘電率の小さい絶縁材料からなる第2の絶縁層21をモールドして設けた構成としている。

【0054】この場合、第1の絶縁層19または第2の絶縁層21のいずれか一方の側部に雄ネジを形成すると共に、他方の側部に上記雄ネジと螺合する雌ネジを形成しておき、第1の絶縁層19の雄ネジ（または雌ネジ）に、第2の絶縁層21の雌ネジ（または雄ネジ）を螺合することにより、第1の絶縁層19に第2の絶縁層21を締め付け固定している。

【0055】さらに、第1の絶縁層19と第2の絶縁層21との界面には、密着性を向上させるために、シリコーングリス層23を設けている。図4は、本実施の形態

（絶縁層を別々に製作して取り付ける場合）による主回路導体端部の電界緩和装置の他の構成例を示す要部断面図であり、図3と同一要素には同一符号を付して示している。

【0056】すなわち、本実施の形態の電界緩和装置は、図4に示すように、端部電極18に、断面が半円状の突出部であるリング部18aを円周方向に設け、このリング部18aおよび端部電極18を覆うように、誘電率の大きい絶縁材料からなる第1の絶縁層20をモールドして設け、さらにこの第1の絶縁層20の外周に、第1の絶縁層20の絶縁材料よりも誘電率の小さい絶縁材料からなる第2の絶縁層22をモールドして設けた構成としている。

【0057】この場合、第1の絶縁層20または第2の絶縁層22のいずれか一方の底部に雄ネジを形成すると共に、他方の底部に上記雄ネジと螺合する雌ネジを形成しておき、第1の絶縁層20の雄ネジ（または雌ネジ）に、第2の絶縁層22の雌ネジ（または雄ネジ）を螺合することにより、第1の絶縁層20に第2の絶縁層22を締め付け固定している。

【0058】さらに、第1の絶縁層20と第2の絶縁層22との界面には、密着性を向上させるために、シリコーングリス層23を設けている。なお、図4では、第1の絶縁層20のネジ部が凸部となっているが、第1の絶縁層20のネジ部が凹部になっても、第2の絶縁層22が密着して嵌合固定できる形状であればよい。

【0059】次に、以上のように構成した図3および図4に示す本実施の形態の電界緩和装置においては、第1の絶縁層19、20または第2の絶縁層21、22のいずれか一方に雄ネジを形成し、他方に雄ネジと螺合する雌ネジを形成していることにより、第1の絶縁層19、20と接着性の劣る絶縁材料からなる第2の絶縁層でも、容易に取付けて固定することが可能となるため、安定した機械的な特性を得ることができる。

【0060】また、第1の絶縁層19、20と第2の絶縁層21、22との界面に、シリコーングリス層23を設けていることにより、第1の絶縁層19、20と第2の絶縁層21、22との界面の隙間が、シリコーングリスの薄膜で充填されるため、安定した絶縁特性を得ることができる。

【0061】さらに、第1の絶縁層19、20と第2の絶縁層21、22のモールドを別々に行なうことにより、複数回モールドを行なって製作する場合に比べて、ボイドや剥離等のモールド特有の欠陥を作り出す機会を減少させることができる。これにより、欠陥の少ない絶縁層を形成することができ、生産性の向上を図れることになる。

【0062】（第3の実施の形態）図5は、本実施の形態（導体相互をほぼ直角に接続する場合）による電気機器であるガス絶縁スイッチギヤの主回路導体端部の構成

例を示す要部断面図である。

【0063】すなわち、本実施の形態のガス絶縁スイッチギヤは、図5に示すように、端部に電界緩和層となる絶縁層を設けた電極である第1の導体24を、SF₆ガス等の絶縁ガスが封入された密閉容器の内部に収納して構成される電気機器において、第1の導体24の端部に、断面が半円状の突出部であるリング部24aを円周方向に設け、このリング部24aおよび第1の導体24端部を覆うように、誘電率の大きい絶縁材料からなる第1の絶縁層25をモールドして設け、さらにこの第1の絶縁層25の外周に、第1の絶縁層25の絶縁材料よりも誘電率の小さい絶縁材料からなる第2の絶縁層26を設けて、電界緩和装置を設けた構成としている。

【0064】また、第1の導体24の軸方向に対してほぼ直角に、導体接続のための段付きの開口穴24bを設けている。一方、第2の導体27には、開口穴24bに見合った段付き加工を施して段部を形成し、例えばマルチバンドよりなる接触子28を設けており、貫通させた後にボルト29で締め付け固定することにより、第1の導体24の開口穴24bに第2の導体27を接続している。

【0065】次に、以上のように構成した本実施の形態の電気機器においては、第1の導体24に、導体接続のための段付きの開口穴24bを軸方向に対してほぼ直角に設け、当該開口穴24bに第2の導体27を接続していることにより、第2の導体27をほぼ直角に配置することが可能となるため、導体を合理的に配置して電気機器全体形状の縮小化を図ることができる。

【0066】すなわち、導体をほぼ直角で配置しても、曲がり部分の電界強度を第1の絶縁層25、第2の絶縁層26により抑制することができる。このため、従来では、導体を直角に折り曲げると、折り曲げた部分の曲率半径を機械的特性や絶縁的特性よりも大きくしなければならなかったが、本実施の形態では、収納機器の配置に合わせて導体を直角に配置することができるため、合理的な配置を行なうことができ、それに伴って電気機器全体形状の縮小化を図ることができる。

【0067】さらに、第1の導体24の端部に設けられる絶縁層の誘電率を、絶縁層を2層25、26にすることで、第1の導体24側から反第1の導体24側にかけて段階的に小さくなるように変化させていることにより、絶縁層内の電位分担が小さくなり、第1の導体24廻りの電界強度が低下する。特に、第1の導体24と絶縁層とが接する部分の第1の導体24表面では、絶縁層の影響により電界強度が低下する。

【0068】これにより、第1の導体24の電界強度、および絶縁層の電界強度を抑制して、電気機器全体形状のより一層の縮小化を図ることができる。

(第4の実施の形態)図6は、本実施の形態(ブッシングに導体を直角に取り付けた場合)による電気機器であ

るガス絶縁スイッチギヤの主回路導体端部の構成例を示す要部断面図であり、図5と同一要素には同一符号を付して示している。

【0069】すなわち、本実施の形態のガス絶縁スイッチギヤは、図6に示すように、端部に電界緩和層となる絶縁層を設けた電極である第1の導体33を、SF₆ガス等の絶縁ガスが封入された密閉容器の内部に収納して構成される電気機器において、第1の導体33の端部に、断面が半円状の突出部であるリング部33aを円周方向に設け、このリング部33aおよび第1の導体33端部を覆うように、誘電率の大きい絶縁材料からなる第1の絶縁層25をモールドして設け、さらにこの第1の絶縁層25の外周に、第1の絶縁層25の絶縁材料よりも誘電率の小さい絶縁材料からなる第2の絶縁層26を設けて、電界緩和装置を設けた構成としている。

【0070】また、第1の導体33の軸方向に対してほぼ直角に、導体接続のための段付きの開口穴33bを設けている。一方、盤壁30には、ガス—気中ブッシング31が気密に固定されており、第1の導体33の開口穴33bに、ガス—気中ブッシング31の中心導体(第2の導体)32を開口穴33bの段差部まで貫通させた後に、接触子28を介してボルト29で締め付け固定することにより、第1の導体33の開口穴33bにガス—気中ブッシング31の中心導体32を、ガス側においてほぼ直角に接続している。

【0071】次に、以上のように構成した本実施の形態の電気機器においては、第1の導体33に、導体接続のための段付きの開口穴33bを軸方向に対してほぼ直角に設け、当該開口穴33bにガス—気中ブッシング31の中心導体32を貫通させていることにより、ブッシング31端部から最短の曲げ半径でほぼ直角に第1の導体33を配置することが可能となるため、導体を合理的に配置して電気機器全体形状の縮小化を図ることができる。

【0072】さらに、ガス—気中ブッシング31の絶縁層沿面においても、第1の導体33端部の電界緩和装置が、誘電率の小さい第2の絶縁層26で形成されていることにより、電界強度の上昇を抑制することができる。

【0073】従って、電界緩和装置に金属シールドを用いた場合に比べて、ガス—気中ブッシング31の縮小化を図ることができ、それに伴って電気機器全体形状のより一層の縮小化を図ることができる。

【0074】(他の実施の形態)前記以外の他の実施の形態として、前記第3または第4の実施の形態で述べたような2方向の導体の接続のみに限らず、3方向等の多方向からの導体を接続する場合においても、導体の端部に前述した絶縁層を形成させて、接続部を設けることにより、同様に導体を合理的に配置して電気機器全体形状の縮小化を図ることができる。

【0075】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1乃至請求項9の発明によれば、電極の端部に設けられ、当該電極の電界強度を抑制する絶縁層からなる電界緩和装置において、絶縁層の誘電率を、電極側から反電極側にかけて順次小さくなるように変化させているので、電極の電界強度および絶縁層の電界強度を抑制して縮小化を図ることが可能な電界緩和装置が提供できる。

【0076】さらに、請求項10乃至請求項15の発明によれば、端部に電界緩和層となる絶縁層を設けた第1の導体を、絶縁ガスが封入された密閉容器の内部に収納して構成される電気機器において、第1の導体の軸方向に対してほぼ直角に導体接続のための段付きの開口穴を設け、この開口穴に他方向からの導体を差し込んで接続しているので、収納機器を合理的に配置して縮小化を図ることが可能な電気機器が提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による主回路導体端部の電界緩和装置の第1の実施の形態を示す要部断面図。

【図2】同第1の実施の形態の電界緩和装置における第1の絶縁層の絶縁厚さを変化させた時の電界強度分布を示す特性図。

【図3】本発明による主回路導体端部の電界緩和装置の第2の実施の形態を示す要部断面図。

【図4】本発明による主回路導体端部の電界緩和装置の第2の実施の形態を示す要部断面図。

【図5】本発明による電気機器（ガス絶縁スイッチギヤ）の主回路導体端部の第3の実施の形態を示す要部断面図。

【図6】本発明による電気機器（ガス絶縁スイッチギヤ）の主回路導体端部の第4の実施の形態を示す要部断

面図。

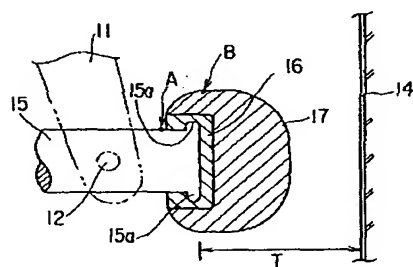
【図7】代表的な電気機器であるガス絶縁スイッチギヤの構成例を示す概要図。

【図8】従来技術による主回路導体端部の電界緩和装置の構成例を示す要部断面図。

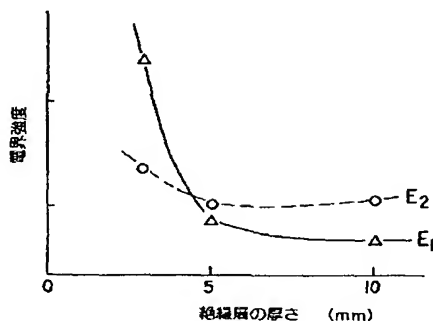
【符号の説明】

- 1…密閉容器、
- 2…遮断器、
- 3…接続導体、
- 4…断路器、
- 5…連結導体、
- 6…ケーブルヘッド、
- 7…がいし、
- 8…母線、
- 9, 15, 18…端部電極、
- 10…絶縁層、
- 11…操作板、
- 12…連結ピン、
- 13…トリプルジャンクション部、
- 14…接地板、
- 16, 19, 20, 25…第1の絶縁層、
- 17, 21, 22, 26…第2の絶縁層、
- 23…シリコングリス層、
- 24, 33…第1の導体、
- 27…第2の導体、
- 28…接触子、
- 29…ボルト、
- 30…盤壁、
- 31…ガス—気中ブッシング、
- 32…ガス—気中ブッシング31の中心導体。

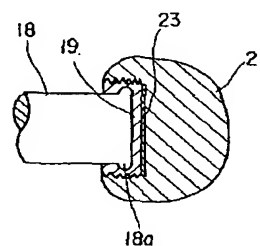
【図1】



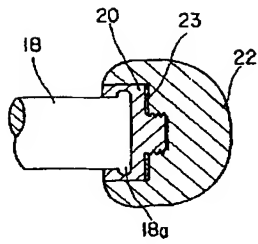
【図2】



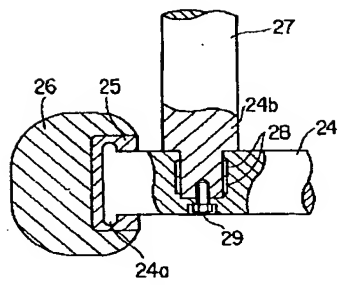
【図3】



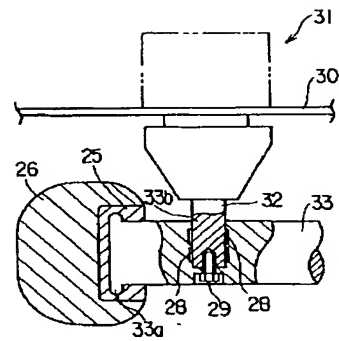
【図4】



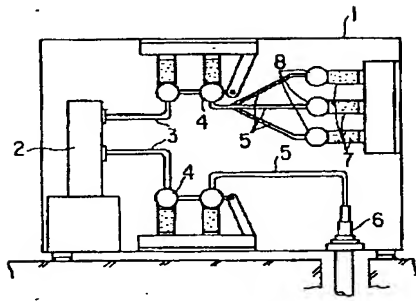
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

